

Peau perforée pour élément acoustique, élément acoustique et procédé de fabrication

La présente invention a pour objet une peau perforée pour élément acoustique, un élément acoustique incorporant une telle peau, ainsi que le procédé de fabrication de ladite peau.

Par élément acoustique, on entend un élément composé d'un sandwich peau externe/nid d'abeille/peau interne, ladite peau externe étant destinée à être placée côté source du bruit.

Dans le domaine de l'aéronautique, par exemple, il est nécessaire de réduire autant que possible le bruit produit par le réacteur dans l'entrée d'air ou le système d'éjection.

A cette fin, il a été proposé des éléments acoustiques formés d'un sandwich peau externe/nid d'abeille/peau interne, dans lesquels la peau externe, destinée à être située côté source du bruit, est perforée pour laisser les ondes sonores pénétrer dans le sandwich et y être amorties, la peau interne étant, elle, pleine.

Dans le cadre de la présente description, le verbe "perforer", et ses déclinaisons, est utilisé au sens propre de "percer de part en part", comme par poinçonnage, perçage mécanique par foret, érosion, laser, etc., et non au sens de ménager des trous d'une manière quelconque.

On connaît des peaux composites, c'est-à-dire constituées de fibres et de résine, perforées à hauteur de 10-15%, un tel taux de perforation épargnant suffisamment de fibres pour que la peau conserve un degré d'intégrité acceptable.

On connaît également des peaux métalliques perforées à hauteur de 30-40% sans que le degré d'intégrité devienne inacceptable, suffisamment de matière restant entre les perforations.

Les produits composites étant plus légers que les produits métalliques et la question du poids étant toujours un paramètre extrêmement important s'agissant

d'aéronautique, il serait souhaitable de pouvoir disposer de peaux composites ayant un taux de perforation semblable à celui qu'il est possible d'atteindre dans le cas de peaux métalliques. Malheureusement, cela n'est pas possible en  
5 appliquant simplement la technique connue avec soit une augmentation de la densité des perforations, soit une augmentation de la taille des perforations, soit les deux, car, alors, il ne reste plus suffisamment de fibres non affectées par les perforations et la tenue structurale de  
10 la peau n'est plus assurée que par la matrice de résine.

Une solution est, non pas de perforer une nappe de fibres pré-imprégnées de résine, une fois la résine polymérisée, mais de ménager des trous en faisant cheminer la nappe, avant polymérisation, entre les pointes d'une  
15 "planche de fakir", le retrait des pointes de la planche, après polymérisation, résultant en autant de trous dans la nappe qu'il y avait de pointes. Dans ce cas, les fibres suivent un chemin sinueux autour des trous au lieu d'être coupées par la création des trous, et la peau a une  
20 intégrité convenable même avec un fort pourcentage de trous. Cependant, outre qu'elle est difficile à mettre en oeuvre lorsqu'il s'agit de réaliser une peau de forme complexe à double courbure, cette solution n'est pas  
25 totalement satisfaisante en ce sens que les trous sont irréguliers avec des amas de résine aux points de divergence/confluence des fibres en amont/aval des trous.

Une autre solution consiste à réaliser l'élément acoustique sous la forme d'une cuvette qui constitue la peau interne et sur laquelle se collent le noyau nid  
30 d'abeille et la peau externe perforée. La peau interne est alors le seul support des efforts et cette solution est peu efficace sur le plan structural.

Il existe donc un besoin non satisfait en une nappe composite fortement perforée mais ayant une intégrité  
35 suffisante, besoin qui est d'autant plus pressant qu'une forte perforation permettrait d'adjoindre à la peau une

toile métallique (dite "wiremesh") pour que l'atténuation acoustique soit optimale.

A cette fin, l'invention apporte une peau perforée pour élément acoustique, constituée d'au moins une nappe de fibres sensiblement rectilignes associées à une résine et dont les perforations définissent un motif répétitif régulier, caractérisée en ce que les perforations affectent au moins 25%, et de préférence 30-40%, de la peau et en ce que, au moins dans une partie majeure de la peau ainsi perforée, des fibres de la ou desdites nappes sont ininterrompues par les perforations.

La résine dont il est question peut aussi bien être thermodurcissable que thermoplastique et l'expression "associées à une résine" entend couvrir aussi bien le cas d'une pré-imprégnation des fibres, que la juxtaposition d'un film de résine à une nappe de fibres, ou toute autre technique connue dans l'art.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, au moins certaines des fibres d'au moins une nappe sont sensiblement parallèles les unes aux autres et orientées de telle sorte qu'elles suivent une série de couloirs parallèles exempts de perforations et, mieux, la peau comprend au moins deux nappes, dans chacune desquelles au moins certaines fibres sont sensiblement parallèles les unes aux autres, lesdites fibres parallèles de l'une des nappes étant orientées de telle sorte qu'elles suivent une première série de couloirs parallèles exempts de perforations et les fibres parallèles de l'autre nappe étant orientées de telle sorte qu'elles suivent une seconde série de couloirs parallèles exempts de perforations, la première série de couloirs étant sécante à la seconde série de couloirs.

Les deux nappes en question peuvent être indépendantes ou constituer, par exemple, les fils de chaîne et de trame d'un tissu.

Le motif répétitif régulier de perforation peut être quelconque, mais il s'agira le plus souvent d'un motif en

triangles équilatéraux ou d'un motif en rectangles, et plus spécifiquement en carrés.

Dans le cas d'un motif en triangles équilatéraux, la peau comprend au moins une série de trois nappes, dans  
5 chacune desquelles au moins certaines fibres sont sensiblement parallèles les unes aux autres, chaque nappe ayant ses fibres parallèles orientées parallèlement à l'un des côtés du triangle équilatéral.

Dans le cas d'un motif en rectangles, la peau  
10 comprend au moins une série de quatre nappes, dans chacune desquelles au moins certaines fibres sont sensiblement parallèles les unes aux autres, deux des nappes ayant leurs fibres parallèles orientées parallèlement à chacune des paires de côtés du rectangle et les deux autres nappes  
15 ayant leurs fibres parallèles orientées parallèlement à chacune des diagonales du rectangle.

Dans une forme d'exécution possible, au moins deux desdites nappes appartiennent à un tissu comportant des fibres selon une première direction et des fibres selon une  
20 seconde direction sécante à la première, ledit tissu étant orienté de telle sorte qu'au moins certaines fibres selon la première direction et au moins certaines fibres selon la seconde direction suivent des couloirs exempts de perforations.

25 Par nappes de fibres quasi-unidirectionnelles, on entend des fibres qui sont en très grande majorité (90-98%) unidirectionnelles. Il s'agira par exemple de fibres de carbone renforcées par 2% de fibres de verre orientées perpendiculairement aux fibres de carbone.

30 Les fibres peuvent être de nature quelconque pour autant qu'elles soient capables de résister aux conditions d'utilisation, par exemple, des fibres de carbone, des fibres de verre ou des fibres de Kevlar. La résine, quant à elle, sera choisie notamment en fonction de la température  
35 à laquelle sera soumis l'élément acoustique en service. Ainsi, un élément acoustique équipant une sortie de gaz sera exposé à des températures nettement plus élevées qu'un

élément équipant une entrée d'air. Selon le cas, on pourra utiliser une résine époxy ou une résine bismaléimide (BMI), par exemple.

Comme indiqué plus haut, l'invention concerne également un élément acoustique incorporant la peau décrite ci-dessus et un procédé de fabrication de ladite peau.

S'agissant de l'élément acoustique, il est formé, comme indiqué plus haut, d'un sandwich peau externe/nid d'abeille/peau interne et ladite peau externe est constituée par la peau selon l'invention.

De préférence, ladite peau externe est solidarisée, sur sa face opposée au nid d'abeille, à un tissu métallique poreux de 1 à 2/10 mm d'épaisseur et ayant une résistance à la traversée des gaz comprise entre 20 et 40 Pa.s/m (rayls).

Ce tissu métallique est constitué par des fils métalliques fins, en général en acier inoxydable pour éviter des phénomènes de corrosion "galvanique". Le tissage d'un tel tissu métallique est très serré et peut déboucher sur une toile ou, plus souvent, sur un reps.

S'agissant du procédé, il comprend, préalablement à l'étape de perforation, une étape de dépôt desdites nappes sur une forme à des fins de conformation, est caractérisé en ce que :

pour le dépôt, on dispose

selon une première direction, au moins une nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

selon une deuxième direction sécante à la première, au moins une deuxième nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

pour la perforation, on applique un motif d'une géométrie telle et d'une orientation telle par rapport auxdites première et deuxième directions qu'au moins certaines fibres des première et deuxième nappes demeurent ininterrompues.



S'il s'agit de fabriquer une peau ayant un motif de perforations en triangle équilatéral,

pour le dépôt, on dispose

5 selon une première direction,  $0^\circ$ , au moins une première nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine,

10 selon une deuxième direction, à  $+60^\circ$  par rapport à la première direction, au moins une deuxième nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine,

selon une troisième direction, à  $-60^\circ$  par rapport à la première direction, au moins une troisième nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

15 pour la perforation, on applique un motif en triangles équilatéraux orienté de telle sorte que la première direction correspond à celle d'un côté d'un triangle équilatéral du motif.

20 S'il s'agit de fabriquer une peau ayant un motif de perforations en rectangle, selon une première variante

pour le dépôt, on dispose

selon une première direction,  $0^\circ$ , au moins une première nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine,

25 selon une deuxième direction, à  $+90^\circ$  par rapport à la première direction, au moins une deuxième nappe de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

30 selon une troisième et une quatrième directions suivant, respectivement, chacune des diagonales d'un rectangle du futur motif de perforation, au moins une troisième et une quatrième nappes de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

35 pour la perforation, on applique un motif en rectangles orientés de telle sorte que les troisième et

quatrième directions correspondent à celles des diagonales d'un rectangle du motif.

Un cas particulier de rectangle est bien évidemment le carré. Dans ce cas, les troisième et quatrième  
5 directions seront respectivement à  $+45^\circ$  et  $-45^\circ$  par rapport à la première direction

Selon une seconde variante applicable au cas du motif en carrés :

pour le dépôt, on dispose

10 selon une première direction, au moins une couche *de* tissu associé à une résine et comportant des fils de chaîne et des fils de trame sensiblement perpendiculaires les uns aux autres, la direction desdits fils de chaîne étant prise comme première direction ; et

15 selon une deuxième direction, à  $45^\circ$  par rapport à la première direction, au moins une couche de tissu associé à une résine et comportant des fils de chaîne et des fils de trame sensiblement perpendiculaires les uns aux autres, la direction desdits fils de chaîne ou de trame étant prise  
20 comme deuxième direction ; et

pour la perforation, on applique un motif en carrés orientés de telle sorte que la première direction correspond à celle d'une diagonale d'un carré du motif.

Dans tous les cas, lors du dépôt, on prend soin  
25 d'orienter au moins certaines des fibres qui resteront ininterrompues après perforation dans une direction correspondant à une direction de contrainte maximale de l'élément, une fois en service.

Bien entendu, le dépôt sur des formes non planes fait  
30 que les fibres n'ont pas une orientation constante et il y a lieu, en conséquence, de programmer convenablement la machine de perforation pour que l'opération tienne en permanence compte des changements d'orientation des fibres.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la  
35 description suivante faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma représentant, en coupe agrandie, un élément acoustique auquel s'applique l'invention ;

5       - la figure 2 est un schéma montrant les orientations des fibres dans le cas d'un motif de perforation en triangle équilatéral, et

- la figure 3 est un schéma montrant les orientations des fibres dans le cas d'un motif de perforation en rectangle.

10       Comme il ressort de la figure 1, l'élément acoustique comporte une peau externe perforée 1, une couche nid d'abeille 2 et une peau interne non perforée 3. La peau 1 est perforée de telle sorte que, compte tenu des perforations bouchées par la réunion de ladite peau avec le  
15       nid d'abeille, il y ait en moyenne trois perforations par alvéole du nid d'abeille. Une toile métallique 4, tel qu'un reps, de 1 à 2/10 mm d'épaisseur est collée à la peau perforée 1 pour augmenter l'effet d'amortissement acoustique.

20       Si l'on en vient à la figure 2, on voit une disposition de perforations P1, P2 et P3 en triangle équilatéral a,b,c (ou de perforations P1, P3, P4 en triangle équilatéral a,c,d). Les perforations peuvent avoir, par exemple, un diamètre de 1,55 mm et les côtés du  
25       triangle avoir une longueur de 2,53 mm. On comprend que, pour une telle densité de perforation, des fibres distribuées de manière aléatoire seraient inévitablement coupées pour la plupart et qu'il en résulterait une intégrité insuffisante de la peau. Pour éviter qu'il en  
30       soit ainsi, l'invention prévoit de respecter une relation particulière entre l'orientation des fibres et la géométrie du motif répétitif de perforation.

Ainsi, comme on le voit, une première nappe N1 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que  
35       ses fibres, telles que F1, soient parallèles au côté a,b du triangle, une seconde nappe N2 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que ses fibres F2 soient



parallèles au côté b,c du triangle, et une troisième nappe N3 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que ses fibres F3 soient parallèles au côté a,c du triangle. Naturellement, la réalisation des perforations P1, P2 et P3 coupera des fibres dans les nappes N1, N2 et N3, mais il demeurera des couloirs C1, C2 et C3, de largeur z, de fibres épargnées par cette opération et les fibres ainsi ininterrompues assureront une intégrité suffisante à la peau perforée.

La figure 3 montre une disposition de perforations P5, P6, P7 et P8 en rectangle e,f,g,h, les directions X-X' et YY' correspondant à celles des diagonales dudit rectangle. Pour ne pas surcharger la figure, il n'a été représenté, pour illustrer les nappes, que les couloirs de fibres ininterrompues correspondants. Comme on le voit, une première nappe N4 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que ses fibres soient parallèles aux côtés e,f et h,g du rectangle, une seconde nappe N5 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que ses fibres soient parallèles aux côtés e,h et f,g du rectangle, une troisième nappe N6 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que ses fibres soient parallèles à la diagonale e,g (= Y,Y') et une quatrième nappe N7 de fibres unidirectionnelles est disposée de telle sorte que ses fibres soient parallèles à la diagonale f,h (= X,X'). Là encore, la réalisation des perforations P5-P8 coupera des fibres dans les nappes N4-N7, mais il demeurera des couloirs C4-C7 de fibres épargnées par cette opération et les fibres ainsi ininterrompues assureront une intégrité suffisante à la peau perforée.

On comprend que les fibres de la nappe N4 et celles de la nappe N5 pourraient appartenir à un tissu dont elles constitueraient respectivement la chaîne et la trame.

Dans une première variante d'exécution, les nappes de fibres N4-N7 sont indépendantes les unes des autres. Dans une seconde variante, les fibres de deux nappes perpendiculaires, telles que N4 et N5, ou N6 et N7, peuvent

en fait être, d'une part, les fils de trame et, d'autre part, les fils de chaîne d'un tissu.

Dans la description qui précède, on s'est référé à l'usage de trois nappes de fibres à propos du motif en triangles équilatéraux et à quatre nappes de fibres à propos du motif en rectangles, mais la peau peut comporter davantage de nappes. Ainsi, dans une forme d'exécution préférée de perforations à motif en triangles équilatéraux, la peau comportera six plis orientés à 0°/+60°/-60°/-60°/+60°/0°.

En outre, comme indiqué plus haut, l'invention concerne la réalisation de peaux perforées dans lesquelles les perforations définissent un motif répétitif régulier. Les motifs qui ont été spécifiquement décrits et/ou illustrés ne sont que des exemples non limitatifs. Il pourrait tout aussi bien s'agir, par exemple, de motifs hexagonaux, octogonaux, etc.

REVENDICATIONS

1. Peau perforée pour élément acoustique, constituée d'au moins une nappe (N1-N3 ; N4-N7) de fibres sensiblement rectilignes associées à une résine et dont les perforations  
5 définissent un motif répétitif régulier (a,b,c ; e,f,g,h), caractérisée en ce que les perforations (P1-P3 ; P5-P8) affectent au moins 25% de la peau et en ce que, au moins dans une partie majeure de la peau ainsi perforée, des fibres (C1-C3 ; C4-C7) de la ou desdites nappes (N1-N3 ;  
10 N4-N7) sont ininterrompues par les perforations (P1-P3 ; P5-P8).

2. Peau selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est perforée à 30-40%

3. Peau selon la revendication 1 ou 2, caractérisée  
15 en ce qu'au moins certaines des fibres d'au moins une nappe (N1-N3 ; N4-N7) sont sensiblement parallèles les unes aux autres et orientées de telle sorte qu'elles suivent une série de couloirs (C1 ou C2 ou C3 ; C4 ou C5 ou C6 ou C7) parallèles exempts de perforations.

20 4. Peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins deux nappes, dans chacune desquelles au moins certaines fibres sont sensiblement parallèles les unes aux autres, lesdites fibres parallèles de l'une des nappes étant orientées de  
25 telle sorte qu'elles suivent une première série de couloirs (C1 ; C4) parallèles exempts de perforations et les fibres parallèles de l'autre nappe étant orientées de telle sorte qu'elles suivent une seconde série de couloirs (C2 ou C3 ; C5 ou C6 ou C7) parallèles exempts de perforations, la  
30 première série de couloirs (C1 ; C4) étant sécante à la seconde série de couloirs (C2 ou C3 ; C5 ou C6 ou C7).

5. Peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 dans laquelle le motif répétitif régulier est un triangle équilatéral (a,b,c), caractérisée en ce qu'elle comprend au  
35 moins une série de trois nappes (N1-N3), dans chacune desquelles au moins certaines fibres sont sensiblement parallèles les unes aux autres, chaque nappe ayant ses

fibres parallèles orientées parallèlement à l'un des côtés (a-b, b-c, c-a) du triangle équilatéral.

6. Peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle le motif répétitif régulier est un rectangle (e,f,g,h,), caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une série de quatre nappes (N4-N7), dans chacune desquelles au moins certaines fibres sont sensiblement parallèles les unes aux autres, deux des nappes (N4,N5) ayant leurs fibres parallèles orientées parallèlement à chacune des paires de côtés (e-f et g-h, e-h et f-g) du rectangle et les deux autres nappes (N6, N7) ayant leurs fibres parallèles orientées parallèlement à chacune des diagonales (e-g, f-h) du rectangle.

7. Peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la ou lesdites nappes sont des nappes de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles.

8. Peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'au moins deux desdites nappes (N4,N5) appartiennent à un tissu comportant des fibres selon une première direction et des fibres selon une seconde direction sécante à la première, ledit tissu étant orienté de telle sorte qu'au moins certaines fibres selon la première direction et au moins certaines fibres selon la seconde direction suivent des couloirs (C4, C5) exempts de perforations.

9. Élément acoustique formé d'un sandwich peau externe(1)/nid d'abeille (2)/peau interne (3), ladite peau externe étant destinée à être placée côté source du bruit, caractérisée en ce que ladite peau externe (1) est une peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

10. Élément acoustique selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite peau externe (1) est solidarisée, sur sa face opposée au nid d'abeille (2), à un tissu métallique (4) poreux de 1 à 2/10 mm d'épaisseur et ayant une résistance à la traversée des gaz comprise entre 20 et 40 Pa.s/m.

11. Procédé de fabrication d'une peau selon la revendication 4, qui comprend, préalablement à l'étape de perforation, une étape de dépôt desdites nappes sur une forme à des fins de conformation, caractérisé en ce que :

5       pour le dépôt, on dispose

      selon une première direction, au moins une nappe (N1 ; N4) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

10       selon une deuxième direction sécante à la première, au moins une deuxième nappe (N2 ou N3 ; N5 ou N6 ou N7) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

15       pour la perforation, on applique un motif d'une géométrie telle et d'une orientation telle par rapport auxdites première et deuxième directions qu'au moins certaines fibres [C1 et (C2 ou C3) ; C4 et (C5 ou C6 ou C7)] des première et deuxième nappes demeurent ininterrompues.

12. Procédé de fabrication selon la revendication 11 d'une peau selon la revendication 5, caractérisé en ce que :

20       pour le dépôt, on dispose

      selon une première direction, 0°, au moins une première nappe (N1) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine,

25       selon une deuxième direction, à +60° par rapport à la première direction, au moins une deuxième nappe (N2) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

30       selon une troisième direction, à -60° par rapport à la première direction, au moins une troisième nappe (N3) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et

35       pour la perforation, on applique un motif en triangles équilatéraux (a,b,c) orientés de telle sorte que la première direction correspond à celle d'un côté (a-b) d'un triangle équilatéral du motif.



13. Procédé de fabrication selon la revendication 11 d'une peau selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il consiste :

pour le dépôt, on dispose  
5 selon une première direction,  $0^\circ$ , au moins une première nappe (N4) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine,  
selon une deuxième direction, à  $+90^\circ$  par rapport à la première direction, au moins une deuxième nappe (N5) de  
10 fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine,  
selon une troisième et une quatrième directions (X-X', Y,Y') suivant, respectivement, chacune des diagonales d'un rectangle du futur motif de perforation, au  
15 moins une troisième et une quatrième nappes (N6,N7) de fibres unidirectionnelles ou quasi-unidirectionnelles associées à une résine, et  
pour la perforation, on applique un motif en rectangles (e,f,g,h), orientés de telle sorte que les  
20 troisième et quatrième directions (X-X', Y,Y') correspondent à celles des diagonales (e-g, f-h) d'un rectangle du motif.

14. Procédé de fabrication selon la revendication 11 d'une peau selon la revendication 6 dans le cas où le motif  
25 en rectangles est un motif en carrés, caractérisé en ce que qu'il consiste :

pour le dépôt, on dispose  
selon une première direction, au moins une couche tissu associé à une résine et comportant des fils de chaîne  
30 et des fils de trame sensiblement perpendiculaires les uns aux autres, la direction desdits fils de chaîne étant prise comme première direction ; et  
selon une deuxième direction, à  $45^\circ$  par rapport à la première direction, au moins une couche de tissu associé  
35 à une résine et comportant des fils de chaîne et des fils de trame sensiblement perpendiculaires les uns aux autres,

la direction desdits fils de chaîne ou de trame étant prise comme deuxième direction ; et

pour la perforation, on applique un motif en carrés orientés de telle sorte que la première direction  
5 correspond à celle d'une diagonale d'un carré du motif.

15. Procédé de fabrication d'une peau selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il consiste, lors du dépôt, à orienter au moins certaines des fibres qui resteront ininterrompues après  
10 perforation (C1-C3 ; C4-C7) dans une direction correspondant à une direction de contrainte maximale de l'élément, une fois en service.

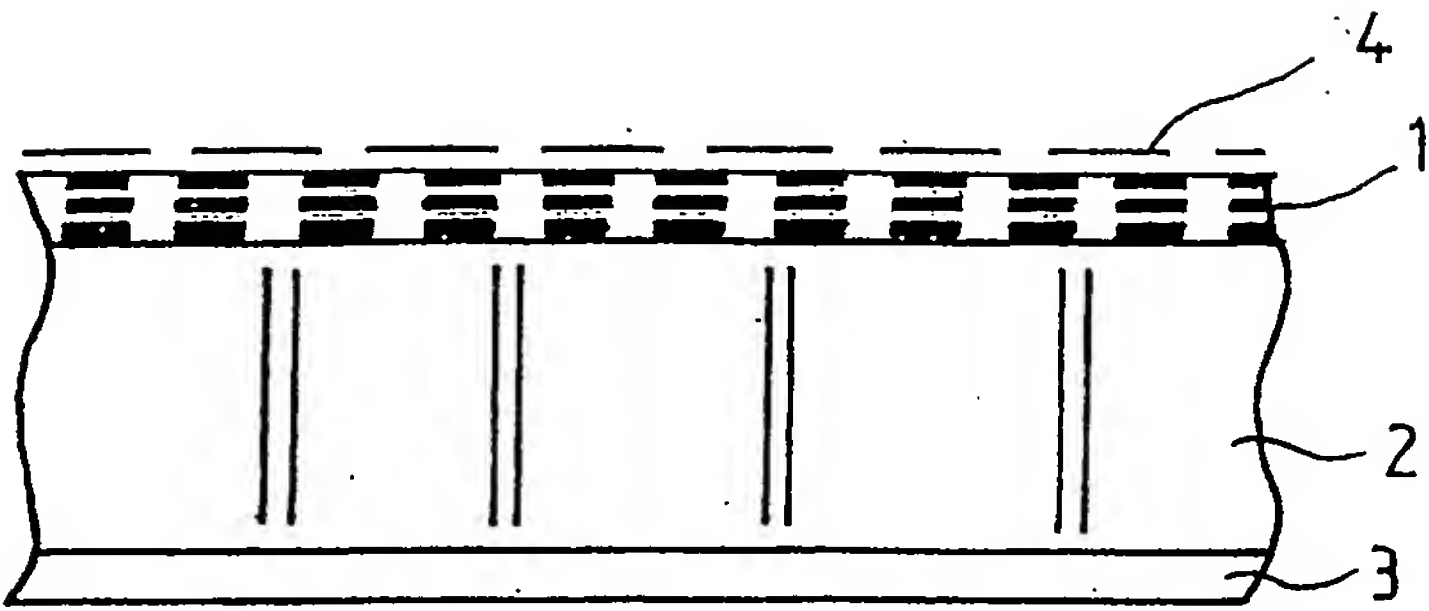


FIG1

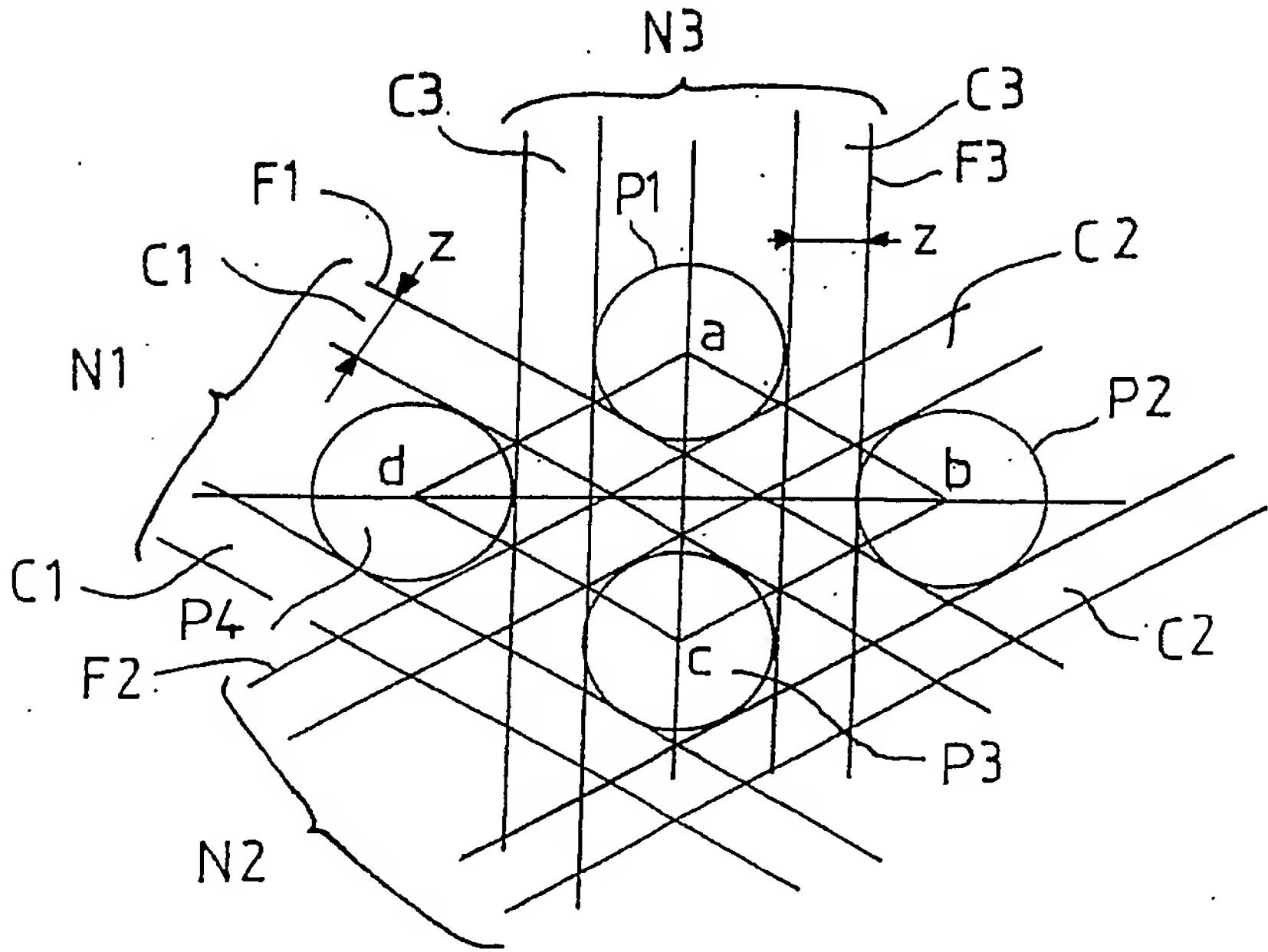


FIG2

212

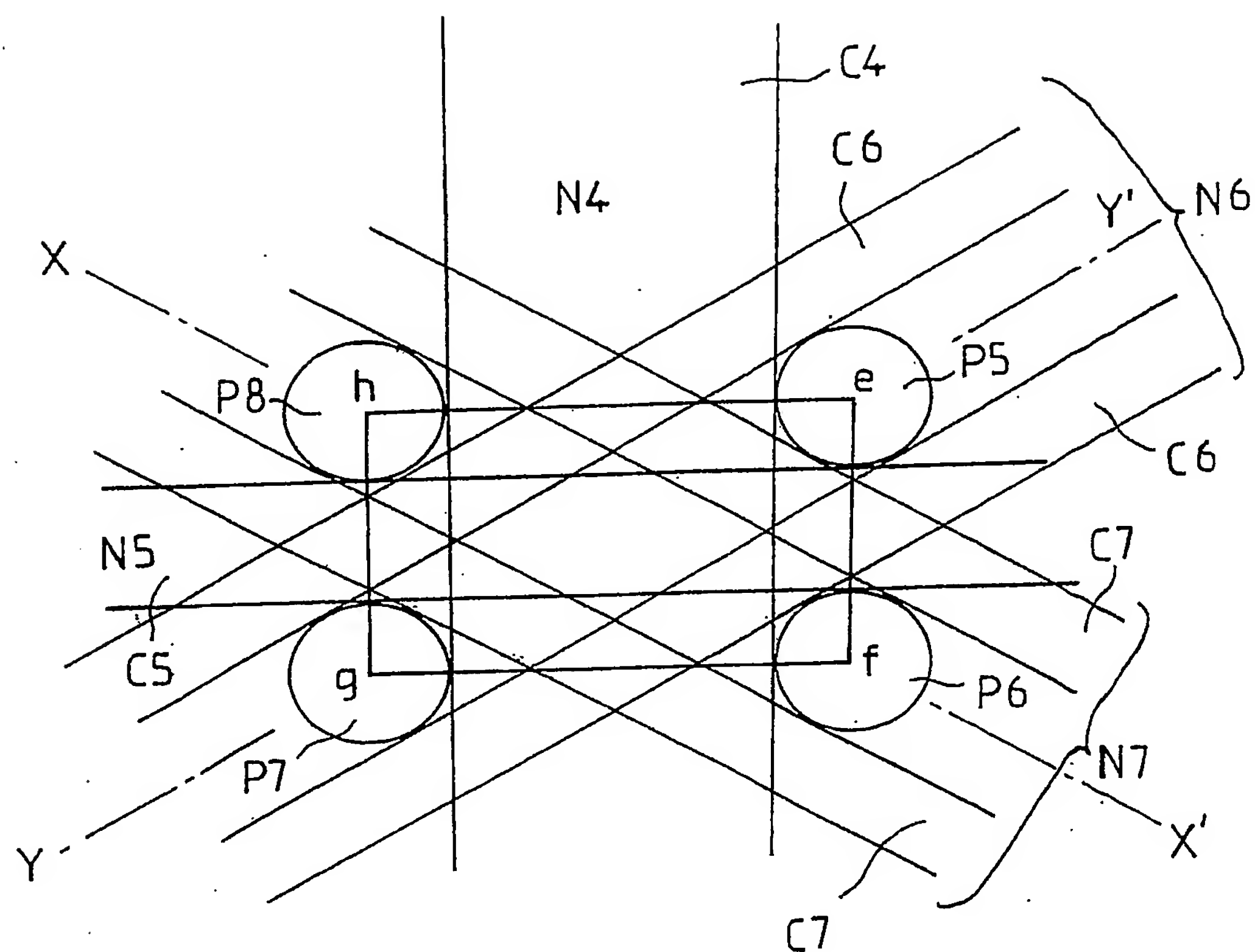


FIG 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/000085A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G10K11/172

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 600 619 A (CHEE WAN T ET AL) 15 July 1986 (1986-07-15) column 2, line 28 - line 68; figure 2 -----	1-11, 13-15
Y	US 4 390 584 A (BRIENS GUY) 28 June 1983 (1983-06-28) column 3, line 12 - line 33 -----	1-3, 7-9, 11, 15
Y	US 6 268 038 B1 (PORTE ALAIN ET AL) 31 July 2001 (2001-07-31) column 5, line 1 - line 13; figures 3, 4 -----	4-6, 13, 14
A		12
Y	WO 03/106263 A (SARIN SOHAN ; NORDIN PONTUS (SE); SAAB AB (SE)) 24 December 2003 (2003-12-24) page 6, line 5 - line 32 -----	10
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 June 2005

Date of mailing of the international search report

01/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/000085

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 300 384 A (LOCKHEED AIRCRAFT CORP) 3 September 1976 (1976-09-03) page 7, line 25 - line 26 -----	10
A	US 3 960 236 A (HOLMES ET AL) 1 June 1976 (1976-06-01) column 2, line 51 - line 59 -----	15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

formation on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/000085

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4600619	A	15-07-1986	NONE	
US 4390584	A	28-06-1983	FR 2480741 A1	23-10-1981
			CA 1162729 A1	28-02-1984
			DE 3174760 D1	10-07-1986
			EP 0038746 A1	28-10-1981
			ES 8207107 A1	01-12-1982
			JP 1463657 C	28-10-1988
			JP 56164841 A	18-12-1981
			JP 63012765 B	22-03-1988
US 6268038	B1	31-07-2001	FR 2767411 A1	19-02-1999
			DE 69819424 D1	11-12-2003
			DE 69819424 T2	09-09-2004
			EP 0897174 A1	17-02-1999
			ES 2210694 T3	01-07-2004
WO 03106263	A	24-12-2003	SE 525812 C2	03-05-2005
			AU 2003230494 A1	31-12-2003
			EP 1515888 A1	23-03-2005
			SE 0201790 A	13-12-2003
			WO 03106263 A1	24-12-2003
FR 2300384	A	03-09-1976	FR 2300384 A1	03-09-1976
US 3960236	A	01-06-1976	US 3996084 A	07-12-1976

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dev. de Internationale No  
PCT/FR2005/000085

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G10K11/172

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G10K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 4 600 619 A (CHEE WAN T ET AL) 15 juillet 1986 (1986-07-15) colonne 2, ligne 28 - ligne 68; figure 2 -----	1-11, 13-15
Y	US 4 390 584 A (BRIENS GUY) 28 juin 1983 (1983-06-28) colonne 3, ligne 12 - ligne 33 -----	1-3, 7-9, 11, 15
Y	US 6 268 038 B1 (PORTE ALAIN ET AL) 31 juillet 2001 (2001-07-31) colonne 5, ligne 1 - ligne 13; figures 3, 4 -----	4-6, 13, 14
A		12
Y	WO 03/106263 A (SARIN SOHAN ; NORDIN PONTUS (SE); SAAB AB (SE)) 24 décembre 2003 (2003-12-24) page 6, ligne 5 - ligne 32 -----	10
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 juin 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/07/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Swartjes, H

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De  de Internationale No  
PCT/FR2005/000085

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Calégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 300 384 A (LOCKHEED AIRCRAFT CORP) 3 septembre 1976 (1976-09-03) page 7, ligne 25 - ligne 26 -----	10
A	US 3 960 236 A (HOLMES ET AL) 1 juin 1976 (1976-06-01) colonne 2, ligne 51 - ligne 59 -----	15

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4600619	A	15-07-1986	AUCUN	
US 4390584	A	28-06-1983	FR 2480741 A1	23-10-1981
			CA 1162729 A1	28-02-1984
			DE 3174760 D1	10-07-1986
			EP 0038746 A1	28-10-1981
			ES 8207107 A1	01-12-1982
			JP 1463657 C	28-10-1988
			JP 56164841 A	18-12-1981
			JP 63012765 B	22-03-1988
US 6268038	B1	31-07-2001	FR 2767411 A1	19-02-1999
			DE 69819424 D1	11-12-2003
			DE 69819424 T2	09-09-2004
			EP 0897174 A1	17-02-1999
			ES 2210694 T3	01-07-2004
WO 03106263	A	24-12-2003	SE 525812 C2	03-05-2005
			AU 2003230494 A1	31-12-2003
			EP 1515888 A1	23-03-2005
			SE 0201790 A	13-12-2003
			WO 03106263 A1	24-12-2003
FR 2300384	A	03-09-1976	FR 2300384 A1	03-09-1976
US 3960236	A	01-06-1976	US 3996084 A	07-12-1976